

HẠ TẦNG XANH – GIẢI PHÁP BỀN VỮNG CHO THOÁT NƯỚC ĐÔ THỊ

Nguyễn Thị Bích Phương^{a,*}

^a Công ty cổ phần Viễn thông Điện lực Hà Nội, số 7/8/136, ngõ 1141 đường Giải Phóng,
quận Hoàng Mai, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 24/8/2022, Sửa xong 17/10/2022, Chấp nhận đăng 25/10/2022

Tóm tắt

Việt Nam tính đến tháng 6/2021 đã đạt tỉ lệ đô thị hóa xấp xỉ 40,4% và dự báo tăng đến 44,45% vào năm 2030. Với tốc độ tăng trưởng nóng, đô thị đang có những tác động tiêu cực đến môi trường, nguyên nhân chủ yếu dẫn đến biến đổi khí hậu. Với kịch bản nhiệt độ trái đất tăng 3°C vào cuối thế kỉ XXI, sẽ khiến mực nước biển dâng lên 1 m. Khi đó, có tới 10,74% diện tích đô thị tại Việt Nam bị ảnh hưởng nghiêm trọng do ngập lụt. Thế nhưng, đứng trước những báo động đỏ về thiên tai thì hiện nay vấn đề thoát nước tại các đô thị lại bộc lộ những mặt hạn chế do thiếu đồng bộ. Tình trạng lũ lụt đô thị đang là vấn đề cấp bách, cần thiết phải có những nghiên cứu chuyên sâu và hướng giải quyết hiệu quả. Trong bài báo, tác giả bước đầu tổng hợp thực trạng vấn đề thoát nước tại các đô thị, kết hợp với bài học kinh nghiệm xây dựng và phát triển hạ tầng xanh của các đô thị trên thế giới để từ đó đưa ra những khuyến nghị giải pháp hạ tầng xanh phù hợp, nhằm giải quyết vấn đề thoát nước đô thị theo hướng phát triển bền vững.

Từ khoá: hạ tầng xanh; đô thị phát triển bền vững; biến đổi khí hậu; thoát nước; đô thị hóa; ngập lụt đô thị.

GREEN INFRASTRUCTURE – SUSTAINABLE SOLUTION FOR URBAN SEWERAGE

Abstract

Until June 2021, Vietnam's urbanization rate has reached approximately 40.4% and is projected to rise to 44.45% by 2030. With the heating growth rate, urban areas are having negative environmental impacts, which is the main cause of climate change. In the scenario where the earth's temperature goes up 3°C by the end of the 21st century, the sea levels will rise by 1m. Up to 10.74% of urban areas in Vietnam would then be severely affected by flooding. However, confronted with the red alert of natural disasters, drainage systems in urban areas have currently shown limitations due to lack of synchronization. Urban flooding is now a pressing issue that requires intensive research and effective solutions. In the article, the author first gives an overview of the actual state of urban sewerage, combined with lessons learned from the construction and development of green infrastructure of urban settings around the world. Thereby, appropriate GI solutions are made to solve the problems of urban drainage in the direction towards sustainable development.

Keywords: green infrastructure; sustainable urban development; climate change; water drainage; urbanization; urban flooding.

[https://doi.org/10.31814/stce.huce\(nuce\)2022-16\(4V\)-15](https://doi.org/10.31814/stce.huce(nuce)2022-16(4V)-15) © 2022 Trường Đại học Xây dựng Hà Nội (ĐHXDHN)

1. Giới thiệu

Việt Nam nằm trong nhóm các quốc gia chịu ảnh hưởng nặng nề nhất của biến đổi khí hậu (BĐKH). Trước diễn biến phức tạp của thời tiết và thiên tai, nước ta đang phải gánh chịu những cơn

*Tác giả đại diện. Địa chỉ e-mail: phuong.vienktqh@gmail.com (Phương, N. T. B.)

mưa, bão bất thường, gây ra tình trạng ngập lụt nghiêm trọng ở các thành phố. Tại Nghị quyết 77/NQ-CP ngày 08/6/2022 về tình hình kinh tế - xã hội tháng 5 và 05 tháng đầu năm 2022, triển khai thực hiện Nghị quyết số 01/NQ-CP của Chính phủ. Chính phủ yêu cầu Bộ Xây dựng “*Phối hợp với các địa phương có vùng đô thị lớn (Hà Nội, Thành phố Hồ Chí Minh, ...) rà soát, đánh giá thực trạng thoát nước, ngập úng đô thị để có phương án, giải pháp hiệu quả chống ngập úng đô thị nhằm ứng phó với thiên tai, biến đổi khí hậu*”. Nhận thấy tính cấp thiết cần phải có một đánh giá chuyên sâu về tình trạng ngập lụt tại các đô thị. Tác giả đưa ra tổng hợp thực trạng và nguyên nhân gây ra ngập úng đô thị, kết hợp cùng những bài học kinh nghiệm áp dụng hạ tầng xanh (HTX) trong việc chống ngập lụt của các quốc gia trên thế giới, để từ đó khuyến nghị những giải pháp chống ngập lụt cho các đô thị tại Việt Nam nhằm ứng phó với BĐKH.

Hiện nay tại Việt Nam chưa có khái niệm về HTX. Trên thế giới, nhà nghiên cứu Murphy cho rằng HTX là một khái niệm đã được thảo luận trong nhiều thập kỷ qua dưới nhiều tên gọi khác nhau nhưng gần đây mới sử dụng thuật ngữ cụ thể. Do đó, HTX không nhất thiết phải là một khái niệm mới nhưng là một cách gọi mới của các ý tưởng hiện đại.

Năm 2002, Benedict và McMahon đưa ra khái niệm về HTX như sau: HTX là một mạng lưới kết nối của các không gian xanh nhằm bảo tồn những giá trị và chức năng của hệ sinh thái tự nhiên đồng thời cung cấp các lợi ích liên quan đến con người. HTX là bộ khung cần thiết cho môi trường, xã hội và kinh tế bền vững. Năm 2005, TEP đã định nghĩa HTX là môi trường vật chất trong phạm vi giữa các thành phố, thị trấn và làng mạc. Mạng lưới các không gian mở, đường thủy, vườn, rừng, hành lang xanh, cây xanh đường phố và không gian mở ngoại thành mang lại nhiều lợi ích xã hội, kinh tế và môi trường cho cộng đồng và người dân địa phương. Năm 2006, Countryside Agency đã đưa ra định nghĩa chung nhất về HTX: Hệ thống HTX bao gồm việc cung cấp mạng lưới quy hoạch kết nối của các không gian xanh đa chức năng góp phần bảo vệ môi trường sống tự nhiên và đa dạng sinh học, có khả năng đối phó với sự biến đổi của khí hậu và sinh quyển khác, có khả năng tạo nên lối sống khỏe mạnh và bền vững, tăng cường phúc lợi cho cuộc sống đô thị, cải thiện sự tiếp cận của nghỉ ngơi giải trí với những tài sản xanh, hỗ trợ cho nền kinh tế đô thị và nông thôn, hỗ trợ tốt hơn cho việc quy hoạch và quản lý dài hạn hệ thống không gian và hành lang xanh [1].

HTX không chỉ đơn giản là giải pháp trồng cây xanh đơn thuần mà còn là sự kết nối từ quy mô vùng HTX đến quy mô từng khu ở, đô thị cho đến quy mô từng công trình để tạo thành một mạng lưới liên kết xanh liên tục và chặt chẽ.

- Quy mô đô thị, HTX là sự kết nối liên tục các không gian xanh lớn như: Công viên lớn, rừng tự nhiên, không gian mở tự do, các khu bảo tồn, ao hồ, không gian xanh công cộng, các vùng nông thôn có thể tiếp cận, ... để mang lại các dịch vụ hệ sinh thái.

- Quy mô khu vực, HTX được ứng dụng là các dải liên kết: Hành lang kênh rạch và sông ngòi, mương nước, đường đi bộ, đường mòn, hành lang xanh, ... đây cũng chính là thành tố kết nối các không gian xanh quy mô đô thị với nhau.

- Quy mô công trình là sử dụng hệ thống các yếu tố đô thị xanh: vườn trên tường, mái nhà xanh, hệ thống thu thấm nước mưa (vườn mưa, vỉa hè sinh thái, các vùng đất ngập nước nhân tạo), các bề mặt lát cứng bằng vật liệu thấm hút nước (đường, vỉa hè, bãi đỗ xe, ...), thiết bị thu gom nước mưa, thiết bị sử dụng năng lượng tái tạo, ... [1, 2].

HTX có thể là những giải pháp tồn tại sẵn có của đô thị (công viên xanh, không gian mặt nước) hay những yếu tố nhân tạo được bổ sung vào môi trường đô thị (mái nhà xanh, tường xanh, vỉa hè thấm hút, hệ thống thu trữ nước). Việc áp dụng các yếu tố HTX đem lại những lợi ích đáng kể giúp giảm lượng nước mưa chảy tràn, cụ thể như: giảm nhu cầu xử lý nước, nâng cao chất lượng nước, giảm nhu cầu hạ tầng xám và giảm ngập lụt, đồng thời nâng cao chất lượng cuộc sống.

Minh họa về lợi ích của 5 giải pháp HTX phổ biến (Hình 1). Trong đó, những vấn đề về giảm nước mưa chảy tràn, giảm ngập lụt đạt hiệu quả rất cao.

Lợi ích	Giảm nước mưa chảy tràn				Tăng khả năng cung cấp nước	Tăng lưu trữ nước ngầm	Giảm sử dụng muối	Giảm sử dụng năng lượng	Nâng cao chất lượng không khí	Giảm CO ₂ trong không khí	Giảm hiện tượng đảo nhiệt đô thị	Nâng cao chất lượng sống					Đa dạng sinh học	Phát triển giáo dục cộng đồng
	Giảm nhu cầu xử lý nước	Nâng cao chất lượng nước	Giảm nhu cầu hạ tầng xám	Giảm ngập lụt								Nâng cao tính thẩm mỹ	Tăng các hoạt động vui chơi, giải trí	Giảm ô nhiễm tiếng ồn	Tăng gắn kết cộng đồng	Nông nghiệp đô thị		
HTX																		
Mái xanh	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Trồng cây xanh	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Giữ nước và lọc nước SH	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●
Via hè thấm hút	●	●	●	●	○	○	○	●	●	●	●	○	○	●	○	○	○	●
Thu, trữ nước	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●

Có
 Có thể
 Không

Hình 1. Lợi ích của một số giải pháp HTX [3]

2. Thực trạng và nguyên nhân gây ra vấn đề thoát nước, ngập lụt tại các đô thị

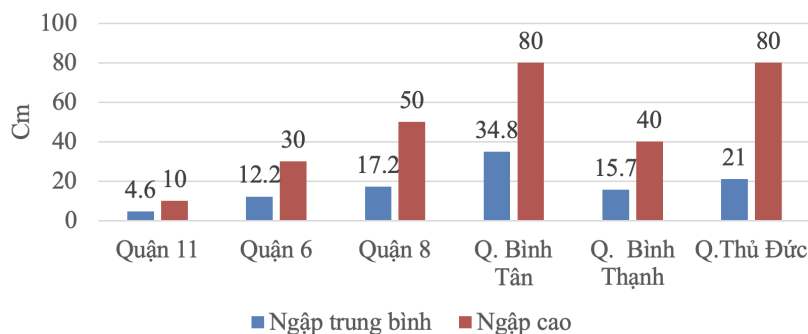
2.1. Thực trạng ngập lụt tại các đô thị

Từ đầu những năm 2000, thành phố Hồ Chí Minh đã là đô thị nổi cộm về vấn đề ngập lụt. Theo báo cáo của Ngân hàng Phát triển Châu Á, năm 2009 trong số 322 xã, phường của thành phố Hồ Chí Minh có tới 154 điểm thường xuyên ngập chiếm 108.309 ha và ảnh hưởng tới 12% dân số. Việc ngập cực đoan đã ảnh hưởng tới 235 xã, phường và 48% dân số [4].

Bảng 1. Tình hình ngập lụt năm 2009 tại TP. Hồ Chí Minh [4]

Các khu vực/phường bị ảnh hưởng	Ngập thường xuyên	Ngập cực đoan
Số phường bị ảnh hưởng	154	235
Diện tích TP. HCM bị ảnh hưởng (ha)	108.309	135.526
% Diện tích TP. HCM bị ảnh hưởng	54%	68%

Ngoài ra, theo kết quả khảo sát thực trạng ngập lụt tại 6 quận ở TP. Hồ Chí Minh năm 2020 của giảng viên Bùi Thị Minh Hà (Đại học Khoa học xã hội và Nhân văn) thì 36% người dân nhận định tình trạng ngập gia tăng cả về tần suất và mức độ ngập. Tình trạng ngập có xu hướng lan rộng và gia tăng ở các khu vực vùng ven, khu dân cư mới như quận Thủ Đức, Bình Tân, Quận 8 nhưng lại có xu hướng giảm ở các quận nội thành như Quận 11, Quận 6 và Quận Bình Thạnh (Hình 2) [5].



Hình 2. Độ sâu ngập đường trước nhà theo các địa bàn khảo sát của nghiên cứu [5]

Sau TP. Hồ Chí Minh thì năm 2008, Hà Nội đã hứng chịu trận lụt lịch sử đầu tiên. Trong 14 năm qua, tình trạng ngập lụt tại Hà Nội đang có xu hướng tăng, thông qua bảng 2 có thể thấy trong khi lượng mưa giảm nhưng mức độ ngập bình quân lại có xu hướng tăng.

Bảng 2. Thống kê mức ngập bình quân một số trận mưa lớn tại Hà Nội [6]

Thời gian	Lượng mưa (mm/ngày)	Mức ngập bình quân (m)
17/07/2017	135	0,1 - 0,3
13/05/2018	103	0,3 - 0,5
21/07/2018	108	0,15 - 0,3
30/04/2019	80	0,3 - 0,5
03/03/2020	20 - 40	0,2 - 0,5

Hiện nay, ngập lụt đô thị không chỉ diễn ra tại thành phố lớn Hồ Chí Minh và Hà Nội mà còn diễn ra cả ở những đô thị vùng biển như: Đà Nẵng, Nha Trang, Vinh cho đến những đô thị vùng cao nguyên tưởng như thoát nước thuận lợi: Đà Lạt, Sơn La, Buôn Ma Thuột. Cao điểm đợt lũ ngày 8/8/2019 tại Đà Lạt đã khiến ngập úng cục bộ tại khu vực Mạc Đĩnh Chi, Cam Ly và một số tuyến đường trung tâm thành phố. Năm 2019, Phú Quốc cũng đã chứng kiến ngập sâu lịch sử trong 100 năm qua, nhiều nơi trên đảo ngọc ngập sâu 1m [6]. Không chỉ thế, Cần Thơ, Bình Dương, Quảng Ninh cũng đều đã xuất hiện tình trạng ngập lụt.

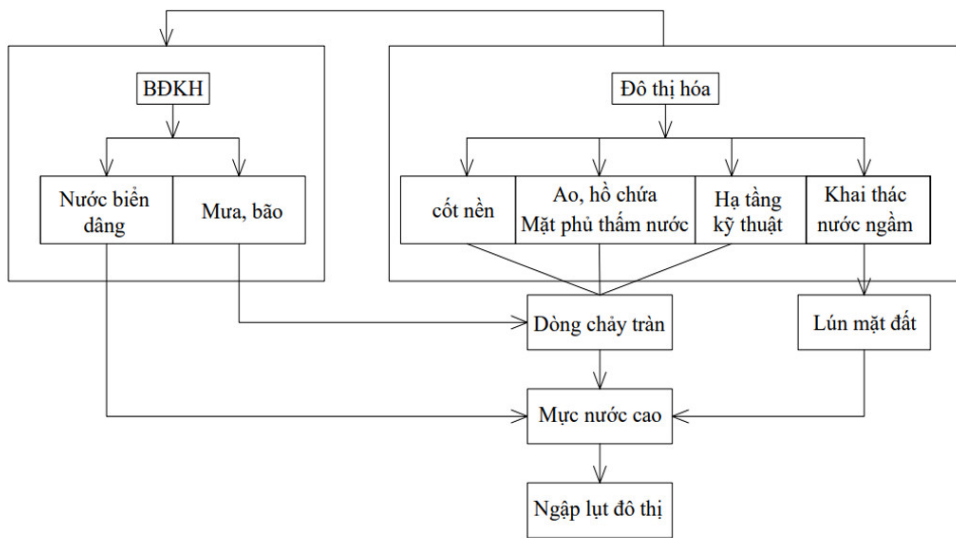
Vậy câu hỏi được đặt ra ở đây là: Nguyên nhân nào gây ra tình trạng ngập lụt tại các đô thị ở nước ta?

2.2. Nguyên nhân gây ra vấn đề thoát nước, ngập lụt tại các đô thị

a. Nguyên nhân do đô thị hóa

Theo cục Phát triển đô thị - Bộ Xây dựng, tính đến hết tháng 6 năm 2021, hệ thống đô thị trên toàn quốc có 867 đô thị. Trong đó, có 02 đô thị đặc biệt, 22 đô thị loại I, 32 đô thị loại II, 48 đô thị loại III, 89 đô thị loại IV và 674 đô thị loại V. Tỷ lệ đô thị hóa toàn quốc ước tính khoảng 40,4%. Dự báo tỷ lệ đô thị hóa sẽ tăng đến 44,45% vào năm 2030 [7].

Đô thị hóa là tất yếu và động lực quan trọng cho phát triển kinh tế của một đất nước. Tuy nhiên, đô thị nơi tập trung dân cư, các hoạt động phát triển kinh tế xã hội và công trình hạ tầng lại đang có những tác động tiêu cực đến môi trường thiên nhiên, nguyên nhân chính dẫn đến BĐKH. Ngập lụt tại các đô thị hiện nay, chính là hệ quả của quá trình đô thị hóa thiếu đồng bộ. Cụ thể:



Hình 3. Sơ đồ nguyên nhân gây ra vấn đề thoát nước, ngập lụt tại các đô thị

★ Nguyên nhân do cốt nền xây dựng:

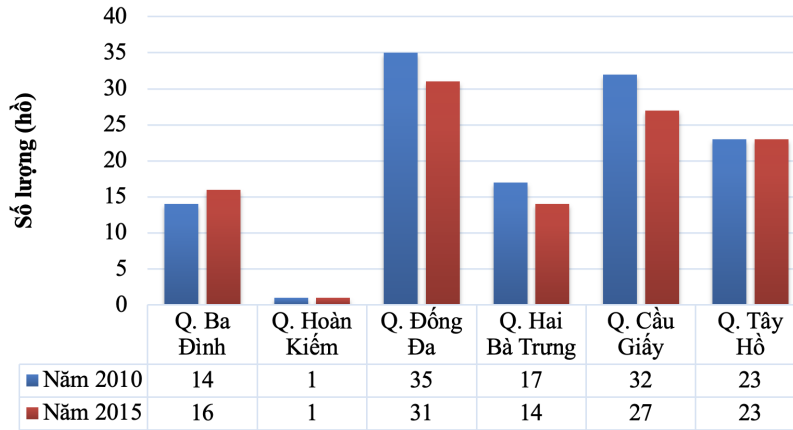
Hiện nay, vấn đề các đô thị đang mắc phải đó là: xác định cốt nền và quản lý cốt nền xây dựng đảm bảo thoát nước đô thị theo hướng chảy tự nhiên, tránh ngập úng. Thực tế cho thấy công tác quản lý xây dựng cũng như quy hoạch san nền còn nhiều hạn chế, đây là nguyên nhân gây ra hiện tượng ngập lụt trên diện rộng tại các đô thị nước ta, từ những đô thị ven biển như: Đà Nẵng, Nha Trang đến TP. Hồ Chí Minh với hệ thống sông chằng chịt, hay đô thị ở đồng bằng như Hà Nội.

Đối với nguyên nhân này, tác giả chọn TP. Đà Nẵng làm ví dụ minh chứng. Đây là đô thị trung tâm thương mại và giáo dục của miền Trung Việt Nam nhưng cũng là đô thị dễ bị ảnh hưởng của lũ lụt do mưa lớn, bão và triều cường. Về mặt địa lý, Phía Tây và Tây Bắc của Đà Nẵng giáp núi, phía Đông và Đông Bắc giáp biển. Phía Nam thuộc vùng hạ du sông Vu Gia – Thu Bồn, là vùng trũng thường xuyên ngập lụt vào mùa mưa. Địa hình dốc thấp ở vùng đất giữa các dãy núi và biển Đông giúp cho dòng chảy của sông Hàn ra biển chậm hơn so với dòng chảy của sông Cẩm Lệ và Quá Giang [8]. Thế nhưng, việc Đà Nẵng lựa chọn đẩy mạnh phát triển đô thị về phía Nam, san lấp đất nền cao hơn 2,5 đến 6 m so với các mức ngập trong quá khứ, đã tạo nút thắt cổ chai đối với dòng nước chảy sang phía đông và làm giảm khả năng điều hòa nước lũ. Đây là nguyên nhân chính làm tăng ngập lụt ở những xã dễ bị tổn thương tại thượng nguồn khu vực tỉnh Quảng Nam [[9] và cả khu vực khu trung tâm thương mại dọc theo bờ sông Hàn của Đà Nẵng.

★ Nguyên nhân do ao, hồ, mặt phủ thấm nước bị san lấp:

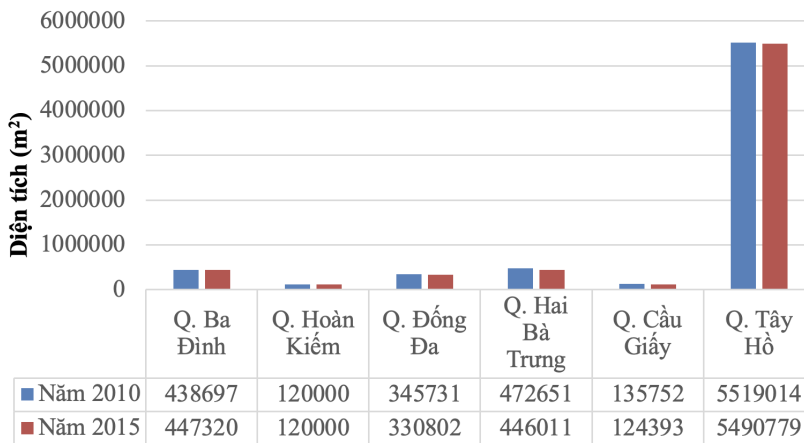
Quá trình đô thị hóa, tăng diện tích xây dựng đô thị, tăng dân số trong ba thập kỷ qua đã đồng hành cùng sự biến mất của ao hồ - hệ thống trữ nước và thoát nước tự nhiên của đô thị. Đây là nguyên nhân làm tăng “hiệu ứng đảo nhiệt” đô thị và tăng khả năng ngập lụt tại các đô thị.

Lấy ví dụ tại Thủ đô Hà Nội: Về số lượng tổng số ao, hồ Hà Nội năm 2010 là 122 hồ. Trong 5 năm từ 2010 đến 2015 có 17 hồ đã bị san lấp hoàn toàn và 7 hồ được bổ sung. Như vậy, tổng số ao hồ của Hà Nội trong năm 2015 là 112 hồ. Chi tiết những thay đổi về số lượng ao hồ được thể hiện cụ thể ở Hình 4.



Hình 4. Sự thay đổi số lượng hồ Hà Nội từ năm 2010-2015 [10]

Về diện tích: Năm 2010, tổng diện tích mặt nước, ao hồ Hà Nội là 7.031.845 m². Đến năm 2015, tổng diện tích mặt nước ao hồ là 6.959.305 m² (trong đó: Tổng mặt nước mất đi là 122.540 m² và tổng diện tích mặt nước thêm vào là 49.198 m²). Như vậy, trong 5 năm từ 2010 – 2015 tại 6 quận nội thành Hà Nội đã giảm 72.540 m² diện tích ao, hồ (Hình 5).



Hình 5. Sự thay đổi diện tích mặt nước hồ Hà Nội từ năm 2010-2015 [10]

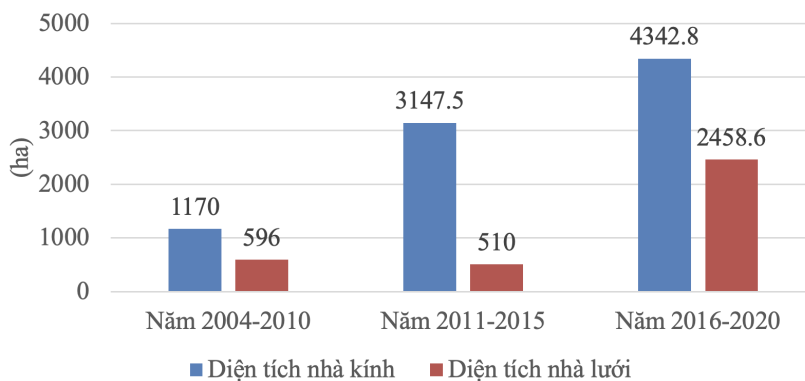
Gần đây nhất, theo số liệu của TP Hà Nội, cơn mưa trong chiều 29/05/2022, quận Cầu Giấy ghi nhận lượng mưa với hơn 170 mm, tiếp theo là Tây Hồ hơn 150 mm, Hoàng Mai 130 mm. Các quận Ba Đình, Thanh Xuân và huyện Thanh Trì, lượng mưa đều hơn 100 mm. Mưa lớn trong hơn 2 giờ đã khiến gần 40 tuyến phố Hà Nội ngập úng cục bộ, nhiều tuyến ngập sâu trên 50 cm, giao thông tê liệt. Việc diện tích ao hồ bị thu hẹp đã làm giảm khả năng tiêu thoát, điều tiết nước mưa của Hà Nội, khiến tình trạng ngập lụt lan rộng.

★ Hạ tầng kỹ thuật:

Các công trình hạ tầng thoát nước của các đô thị chưa hoàn chỉnh (đô thị từ loại IV trở lên) hoặc chưa có (đô thị loại V). Các trục tiêu thoát chính bồi lắng, thu hẹp không đảm bảo tiêu thoát trong mùa mưa. Các biện pháp kỹ thuật chưa đồng bộ, công trình đầu mối, cầu cạn, cống thoát chưa tính toán đủ cho nhu cầu thoát nước của đô thị trong bối cảnh đô thị hóa hiện nay.

Tỷ lệ cây xanh trên mỗi người dân tại đô thị Việt Nam hiện đang ở mức từ 2-3 m²/người, trong khi chỉ tiêu xanh tối thiểu của Liên hợp quốc là 10m²/người và chỉ tiêu của các thành phố hiện đại trên thế giới từ 20-25 m²/người. Điều này cho thấy chỉ tiêu cây xanh tại các đô thị nước ta còn quá thấp, chỉ bằng 1/5 đến 1/10 trên thế giới [11]. Việc tập trung phát triển đô thị với bê tông hóa, hạ tầng xám đã gây ra tình trạng ngập lụt nghiêm trọng do thay đổi không gian, chu trình tuần hoàn nước của tự nhiên.

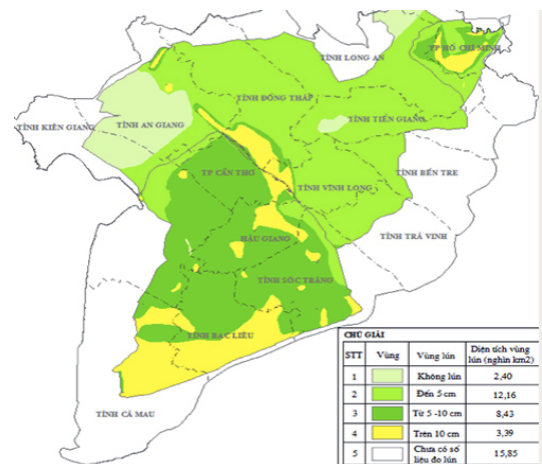
Cụ thể, theo số liệu thống kê năm 1978, TP. Đà Lạt có 30.000 ha rừng thông thì đến nay chỉ còn 14.000 ha. Nguyên nhân phần lớn là do sự phát triển mất kiểm soát của hệ thống nhà kính, nhà lưới. Từ 2004-2020 diện tích nhà kính đã tăng gấp gần 3,7 lần, trong khi diện tích nhà lưới tăng 4,1 lần (Hình 6). Phát triển hệ thống nhà kính kéo theo việc bê tông hóa hệ thống giao thông để phục vụ nhu cầu vận chuyển, sản xuất và đi lại. Các mảng xanh ít dần thay vào đó là diện tích nhà kính san sát đã làm giảm hiệu quả thẩm thấu nước mưa, đồng thời làm thay đổi dòng thoát lũ.



Hình 6. Diện tích nhà kính và nhà lưới ở Đà Lạt từ năm 2004-2020 [12]

★ Nguyên nhân do lún mặt đất:

Đồng bằng sông Cửu Long phần lớn diện tích nằm ở độ cao chưa đến 2 m so với mực nước biển, là khu vực có nguy cơ ngập lụt cao nhất nước ta. Tuy nhiên, theo các chuyên gia đánh giá, tốc độ sụt lún tại đô thị lớn như TP. Hồ Chí Minh còn cao hơn tốc độ dâng cao của mực nước biển. Đây là một trong những nguyên nhân gây ngập lụt tại các đô thị thuộc đồng bằng sông Cửu Long. Việc khai thác nước ngầm được xác định là nguyên nhân chính dẫn đến sụt lún đất, đồng thời việc xây dựng những công trình lớn trên nền đất trũng, yếu cũng góp phần khiến nền đất khu vực thêm sụt lún nghiêm trọng. Các đô thị có độ sụt lún cao hơn nông thôn, cụ thể như: Trong 10 năm qua, phường An Lạc (TP. Hồ Chí Minh) lún sâu > 81 cm, TP. Cần Thơ, Bạc Liêu, Sóc Trăng là > 50 cm, trong khi các tỉnh Trà Vinh, Bến Tre, Long An thì có tổng độ lún nhỏ nhất: 12,4-15,9 cm [13].



Hình 7. Sơ đồ phân vùng lún Đồng bằng sông Cửu Long và TP. Hồ Chí Minh [13]

b. Nguyên nhân do BĐKH

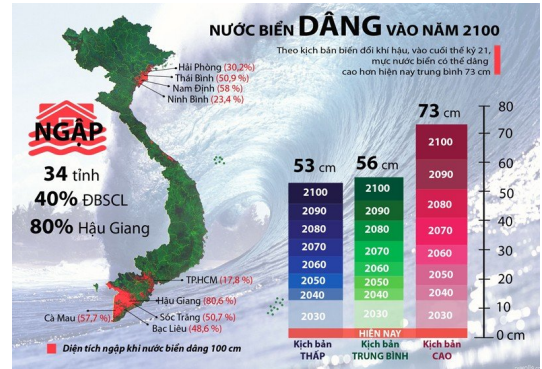
★ Nước biển dâng:

Theo kịch bản BĐKH vào cuối thế kỉ 21, mực nước biển có thể dâng cao hơn hiện nay trung bình 73 cm. Khi đó ước tính có tới 34 tỉnh thành chịu ảnh hưởng do nước biển dâng, 40% diện tích đồng bằng sông Cửu Long ngập lụt, tỉnh Hậu Giang chịu ảnh hưởng lớn nhất với hơn 80% diện tích (Hình 8).

★ Mưa, bão ngày càng tăng cao:

Phân bố lượng mưa thay đổi đổi gây ảnh hưởng đến lượng nước có thể thu giữ được. Đồng thời cường độ mưa bão ngày càng tăng trong những năm qua đã dẫn đến tăng dòng chảy mặt và gây ra mưa lũ lớn cùng ngập lụt tại các đô thị, thống kê số lượng các cơn bão và lượng mưa trung bình của 8 phân vùng tại nước ta (Bảng 3).

Thực tế cho đến hiện nay, số lượng mưa bão đang ngày càng tăng và diễn biến phức tạp. Năm 2020, trở thành năm kỷ lục về mưa bão tại nước ta. Với 7 cơn bão ảnh hưởng trực tiếp và 1 áp thấp nhiệt đới, trong đó cơn bão số 9 được đánh giá là 1 trong 2 cơn bão mạnh nhất trong 20 năm qua. Cả nước với 19 đợt mưa lớn trên diện rộng, miền Trung chịu ảnh hưởng của 6 đợt mưa lớn kéo dài với tổng lượng mưa phổ biến trên 1000 mm cùng với đó là ngập lụt sâu tại các lưu vực sông Thạch Hãn (Quảng Trị), sông Bồ (Thừa Thiên Huế), sông Kiến Giang (Quảng Bình) gây ảnh hưởng kéo dài các tỉnh từ Hà Tĩnh đến Quảng Ngãi. Các đô thị tại những tỉnh thành này đã bị tê liệt vì ngập lụt [15].



Hình 8. Kịch bản nước biển dâng ở Việt Nam vào năm 2100 [14]

Bảng 3. Bảng phân vùng mưa bão ở 8 vùng tại Việt Nam từ năm 1961-2014 [16]

Phân vùng bão	Ba tháng nhiều bão nhất	Tổng số bão (cơn)	Tần số bão (cơn/năm)	Cấp gió mạnh nhất	Hệ quả mưa trong bão (mm)	
					Lượng mưa TB	Lượng mưa (max) 1 ngày
Vùng I: Đông Bắc	VII-VIII-IX	70	1,0-1,5	10, giạt 12-13	100-150	546
Vùng II: Tây Bắc	VII-VIII-IX	26	< 0,5	9, giạt 12-13	50-100	336
Vùng III: Quảng Ninh - Thanh Hóa	VII-VIII-IX	116	2,0-2,5	14, giạt 15-16	150-200	701
Vùng IV: Nghệ An - Thừa Thiên Huế	VIII-IX-X	93	1,5-2,0	14, giạt 15-16	200-300	978
Vùng V: Đà Nẵng - Bình Định	IX-X-XI	66	1,0-1,5	13, giạt 14-15	150-200	593
Vùng VI: Phú Yên - Ninh Thuận	X-XI-XII	48	0,5-1,0	13, giạt 14-15	150-200	628
Vùng VII: Tây Nguyên	X-XI-XII	58	1,0-1,5	9, giạt 10-11	100-150	443
Vùng VIII: Bình Thuận - Cà Mau - Kiên Giang	X-XI-XII	23	< 0,5	10, giạt 12-13	50-100	273

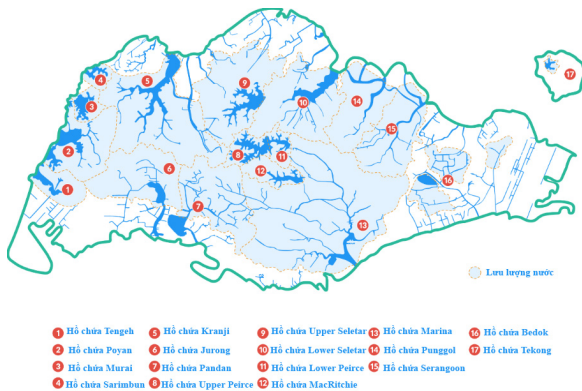
3. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX trên thế giới

3.1. Kinh nghiệm từ Singapore

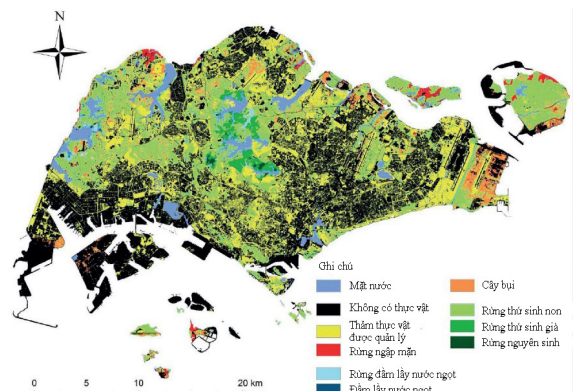
Là một quốc đảo trong khu vực Châu Á, Singapore cũng phải đối mặt với tình hình ngập lụt nặng nề. Tháng 12-1978, Singapore hứng chịu đợt lũ lụt lớn khi mưa trút 512mm nước chỉ trong một ngày. Hàng ngàn người phải di tản, thiệt hại lớn về người và tài sản, ... Khi đó, chính quyền non trẻ của Singapore đứng trước những thách thức về vấn đề chống ngập lụt nhưng vẫn phải bảo tồn được nguồn nước ngọt dùng cho sinh hoạt của hàng triệu người dân. Thế nhưng hiện nay, chỉ khoảng 40 ha đất tại Singapore có nguy cơ bị nước nhấn chìm, so với con số 3.178 ha trong năm 1970. Singapore đã trở thành một trong những quốc gia tiêu biểu giải quyết thành công vấn đề ngập lụt, thoát nước cho đô thị. Singapore đã có những giải pháp gì để giải quyết vấn đề thoát nước?

a. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Singapore trên quy mô đô thị

Không sử dụng các biện pháp rắc rối, Singapore triển khai xây dựng các hồ chứa nước trên khắp đất nước nhằm tăng diện tích lưu trữ nước để có thể chống ngập lụt đồng thời lưu trữ nguồn nước ngọt. Thông qua hệ thống sông, cống và kênh, nước mưa ở 2/3 diện tích Singapore đã được đưa vào 17 hồ chứa nước, đóng vai trò quan trọng trong việc giảm bớt ngập lụt tại một số khu vực thấp của đảo (Hình 9).



Hình 9. Bản đồ 17 hồ chứa nước tại Singapore [17]



Hình 10. Bản đồ thảm thực vật Singapore [18]

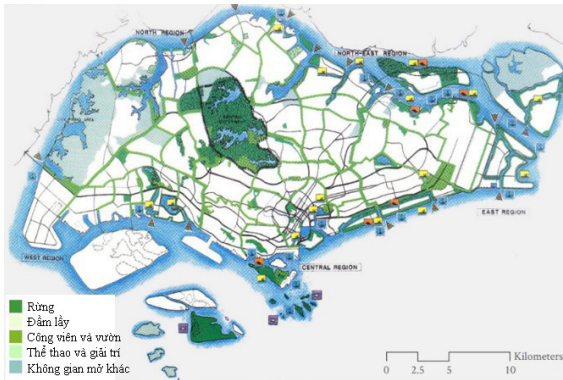
Bảng 4. Bảng tổng hợp diện tích, tỷ lệ của từng loại thảm thực vật tại Singapore [18]

Các loại thực vật	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)	Số lượng các mảng
Không có thực vật	28270,43	38,85	22275
Thảm thực vật được quản lý	19972,96	27,45	29075
Cây bụi	4307,54	5,92	8340
Rừng thứ sinh non	14288,48	19,64	2920
Rừng thứ sinh già	994,68	1,37	42
Rừng nguyên sinh	118,34	0,16	15
Rừng ngập mặn	662,43	0,91	491
Đầm lầy nước ngọt	76,60	0,11	227
Rừng đầm lầy nước ngọt	283,12	0,39	125

Cùng với 17 hồ chứa nước ngọt là hệ thống thảm thực vật bao phủ chiếm 56% tổng diện tích của toàn quốc đảo. Thảm thực vật được quản lý chiếm 27% tổng diện tích trong khi 29% diện tích được bao phủ bởi thảm thực vật tự phát như: rừng, rừng cây bụi, đầm lầy nước ngọt, rừng đầm lầy nước ngọt và rừng ngập mặn ... (Hình 10 và Bảng 4). Đây được đánh giá là giải pháp bền vững nhằm giảm lưu lượng chảy tràn của nước mưa, hạn chế tình trạng ngập lụt của Singapore.

b. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Singapore trên quy mô khu vực

Tại mỗi khu vực trong đô thị đều có công viên cây xanh, vườn, rừng cây (Hình 11). Các tuyến đường, hành lang xanh (Hình 12) tạo thành các “mảng xanh liên tục”. Giữa các khối nhà là các không gian xanh kết nối. Việc kết nối và tăng diện tích các mảng xanh cho từng khu vực đã giúp giảm lượng nước chảy tràn ở cấp đơn vị và giảm áp lực lên hệ thống thoát nước đô thị.



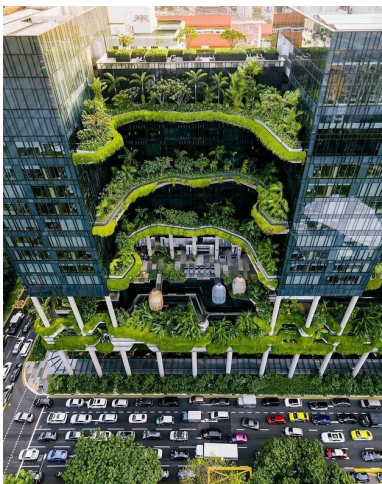
Hình 11. Bản đồ khu vực đô thị sinh thái và môi trường sống thân thiện tại Singapore [19]



Hình 12. Đường đi kết hợp hành lang cây xanh [20]

c. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Singapore trên quy mô cấp công trình

Singapore thúc đẩy việc xây dựng hệ thống các công trình xanh, tạo thành các “mảng xanh thẳng đứng” trên tường và nóc nhà cao tầng (Hình 13, 14).



Hình 13. Khách sạn Parkroyal [21]



Hình 14. Bảo tàng lịch sử Lee Kong Chian [22]

3.2. Kinh nghiệm của thành phố Chicago – Mỹ

a. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Chicago trên quy mô đô thị

Chicago chú trọng việc bảo tồn và mở rộng không gian xanh trong đô thị. Từ năm 2004, The Chicago Wilderness Green Infrastructure Vision đã được triển khai với mục tiêu bảo vệ rừng tự nhiên, sông suối, vùng ngập nước, thảm thực vật, đồng thời mở rộng và kết nối các khu vực với nhau bằng những hàng lang, tuyến đường xanh.

Màu xanh đậm là các khu vực tự nhiên hiện có (công viên, rừng, các khu bảo tồn). Cùng với đó là hệ thống những yếu tố cảnh quan, hàng lang xanh, tuyến đường xanh nhằm kết nối các hệ thống sinh thái thành một thể thống nhất (Hình 15).

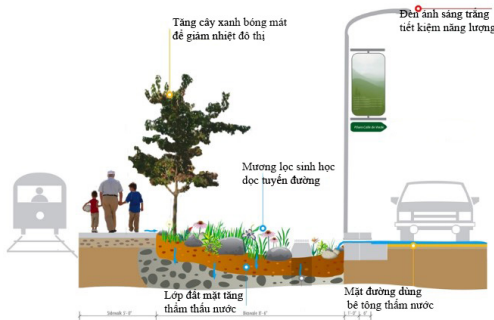
b. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Chicago trên quy mô khu vực

Ở cấp độ từng khu vực, đơn vị ở, để giải quyết vấn đề ngập lụt ứng phó với BĐKH, Chicago đã triển khai hệ thống quản lý nước mưa, bao gồm: xây dựng hơn 100 “con đường xanh”– mặt đường có thể thấm nước. Công trình hiệu quả nhất là “con đường bền vững” dài hai dặm ở vùng Lower West Side của Chicago. Hiện nay, nó là “con đường xanh nhất nước Mỹ”.

Trên con đường này, nước mưa chảy qua vỉa hè đến tầng đá xộp và được khử trùng bởi vi khuẩn (Hình 16). Sau đó, nước dùng để tưới cây, hoặc chảy qua lớp cát sâu trong lòng đất để quay trở lại hồ Michigan. Đây là giải pháp HTX hữu hiệu nhằm bảo tồn nguồn nước cũng như giảm lưu lượng nước chảy tràn, chống ngập lụt hiệu quả cho đô thị.



Hình 15. Bản đồ tầm nhìn hệ thống HTX các vùng hoang dã của Chicago [23]



Hình 16. Mặt cắt “Con đường bền vững” vùng Lower West Side, Chicago [24]



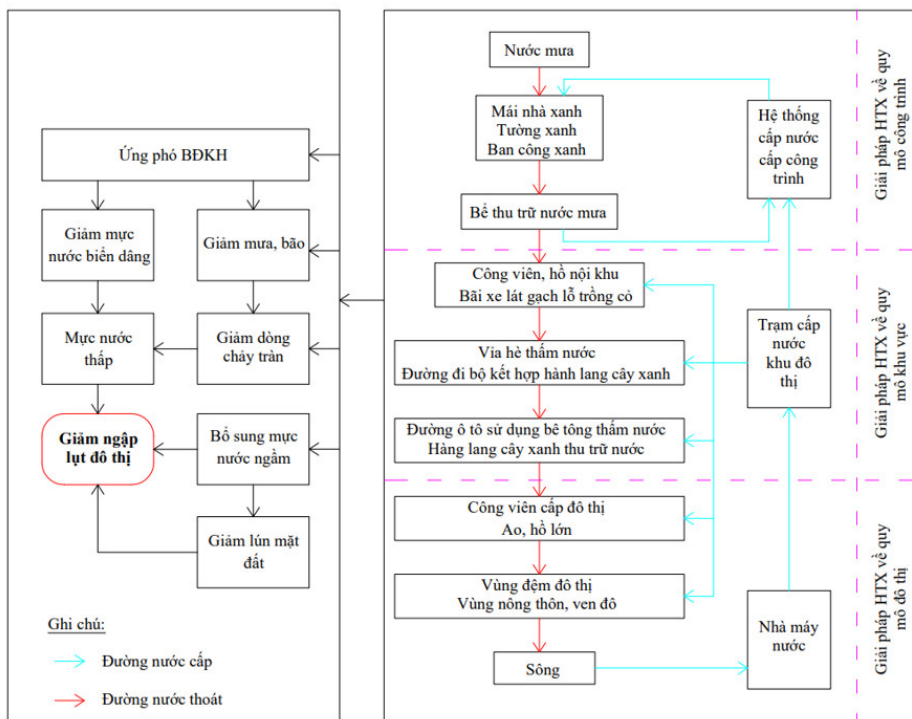
Hình 17. Trụ sở tập đoàn Zurich Insurance tại Chicago [25]

c. Kinh nghiệm xây dựng và phát triển HTX của Chicago trên quy mô cấp công trình

Chicago được tạp chí Popsi (Mỹ) bình chọn là một trong những thành phố xanh nhất thế giới, thành phố chú trọng ứng dụng các công nghệ xanh vào công trình. Tiêu biểu như tòa trụ sở của tập đoàn Zurich Insurance (Hình 17) có cấu trúc mái hấp thụ tối đa năng lượng mặt trời, cùng hệ thống thu giữ và tái sử dụng nước mưa, ...

4. Đề xuất giải pháp HTX nhằm giải quyết vấn đề thoát nước đô thị ứng phó với BĐKH

Nguyên tắc chung về thoát nước bền vững kết hợp ứng phó BĐKH đó là khi lập quy hoạch thoát nước trong đô thị cần tối ưu hóa lợi ích và giảm thiểu những tác động của dòng chảy đến các khu vực phát triển đô thị trong điều kiện có xét đến tác động của BĐKH. Cách tiếp cận đó là tối ưu hóa hệ thống thoát nước tự nhiên của đô thị, giảm tốc độ, lưu lượng dòng nước chảy tràn, ưu tiên các dòng chảy trên bề mặt, gìn giữ, bảo vệ các không gian lưu trữ nước để phòng chống ngập úng cũng như giảm hiệu ứng đảo nhiệt đô thị. HTX chính là giải pháp đáp ứng được những điều kiện trên. Giải pháp này mang lại cơ hội tăng cường không gian xanh cho đô thị, kết nối và mở rộng mạng lưới cây xanh, đa dạng sinh học từ đó không chỉ là giải pháp chống ngập lụt đô thị mà còn nâng cao chất lượng sống của người dân (Hình 18).



Hình 18. Sơ đồ các giải pháp HTX giúp giảm ngập lụt đô thị

Cụ thể từng giải pháp như sau:

4.1. Giải pháp về cao độ nền

Quy hoạch không gian kiến trúc, san nền và thoát nước cần phải xem xét lại các quy hoạch về thủy lợi, thoát nước từ cấp vùng đến cấp đô thị với các giải pháp ứng phó phù hợp và toàn diện từ xây

dựng hạ tầng cho đến quản lý, điều hành. Công tác quản lý xây dựng đô thị tuân thủ cốt nền và các vùng cấm phát triển đã được quy hoạch xác định là đặc biệt quan trọng.

Trong quy hoạch cần nghiên cứu kỹ lưỡng định hướng phát triển của đô thị, việc xây dựng các đô thị mới tại vùng trũng có cốt cao độ cao hơn mực nước lũ sẽ làm gia tăng ngập lụt bởi nó tạo tường cản trở dòng thoát lũ đổ về hạ lưu những con sông thoát lũ. Thậm chí, những đô thị này còn là tường cản điều hướng dòng thoát lũ sang những vùng lân cận.

Đối với những đô thị đã triển khai quy hoạch nhưng hiện nay phát hiện những bất cập trong vấn đề thoát nước cần sớm điều chỉnh quy hoạch không gian, hạn chế xây dựng tại khu vực trũng ngập lụt, song song với cải thiện thoát nước, phân chia nguy cơ lũ lụt một cách đồng đều hơn.

Đối với những đô thị mới, Chọn cao độ nền xây dựng có tích hợp với những kịch bản BĐKH. Lập bản đồ về các khu vực có cao độ an toàn, các khu vực bất lợi do ngập lụt gây ra nhằm đưa ra định hướng phát triển không gian phù hợp.

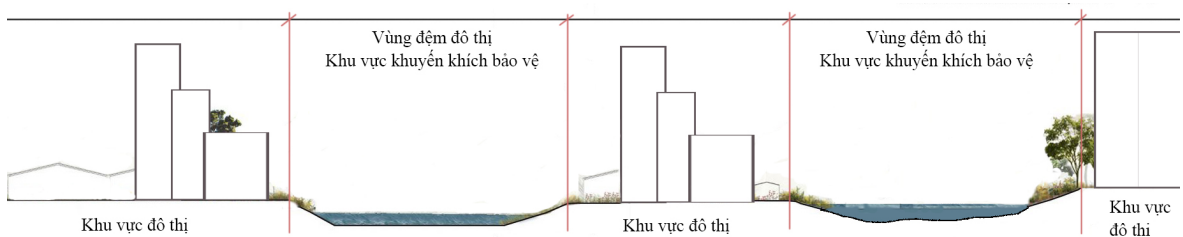
4.2. Giải pháp HTX về quy mô đô thị

Theo quy trình hoạt động của HTX, thì lượng lớn nước không thể thu gom ở quy mô cấp khu vực và công trình sẽ theo hệ thống kênh, mương và cống thoát nước để dẫn về vùng trũng tự nhiên, ao, hồ, sông ở quy mô cấp đô thị, do đó cần:

Sớm triển khai lập danh mục ao, hồ, đầm, phá không được san lấp theo công văn số 3129/BTNMT-TNN của bộ Tài Nguyên và Môi Trường ngày 10/06/2021. Việc bảo vệ diện tích ao, hồ trữ nước là tối quan trọng trong công tác chống ngập lụt tại các đô thị.

Phát triển mảng xanh, công viên cây xanh, ao hồ. Đây là giải pháp hữu hiệu nhất trong việc giảm bớt bê tông hóa, tăng diện tích thấm thấu nước giúp bổ sung nguồn nước ngầm cũng như giảm ngập lụt cho đô thị.

Đối với các đô thị mới vùng ven thì cần có quy hoạch ngay từ đầu quỹ đất cây xanh, ao hồ. Đây sẽ là không gian đệm vừa giúp nâng cao chất lượng sống cho các đô thị mới cũng như là vùng trữ nước, chống ngập lụt cho các đô thị hiện hữu (Hình 19).



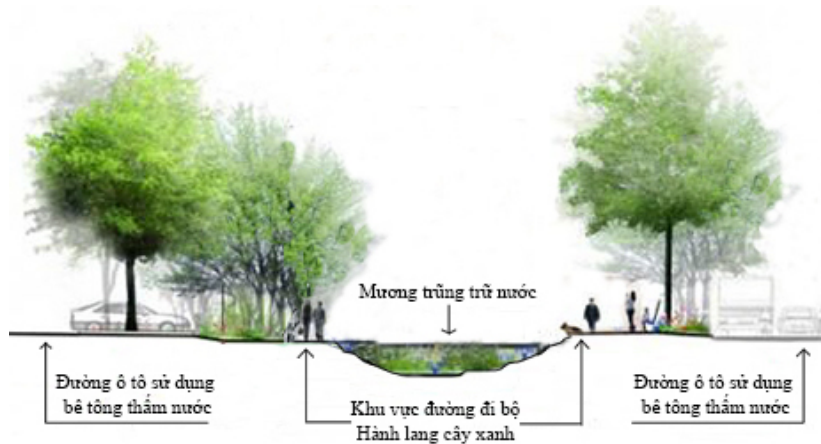
Hình 19. Minh họa vùng đệm công viên cây xanh, hồ, kênh nước cho các đô thị mới

Đối với đô thị hiện hữu: Phục hồi hành lang xanh dọc sông, kênh, rạch, và ngăn chặn việc lấn chiếm, san lấp thay đổi mục đích sử dụng đất tại những khu vực này. Cải tạo những mảng xanh hiện hữu, kiến tạo những mảng xanh mới theo nguyên tắc của HTX.

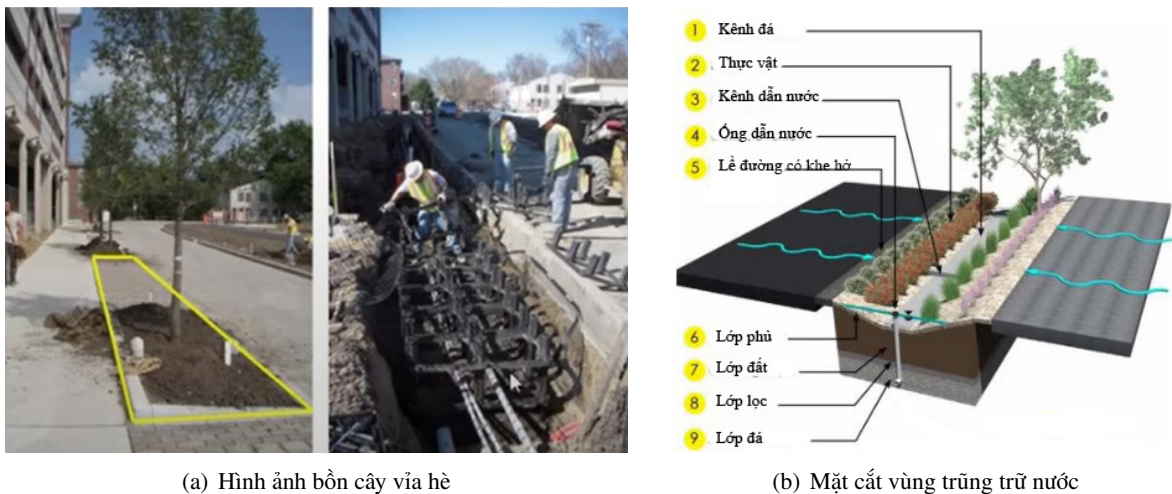
4.3. Giải pháp HTX về quy mô khu vực

Tổ chức các công viên từng khu vực theo hướng tăng khả năng thấm nước và trữ nước tạm thời. Giúp làm giảm lưu lượng nước chảy tràn, giảm áp lực thoát nước đến hệ thống thoát nước vốn đã quá tải của các đô thị. Cây cỏ, thảm thực vật được khuyến khích sử dụng để giúp hấp thu lượng nước dư thừa vào đất và ngăn chặn xói mòn đất bằng cách làm chậm dòng chảy.

Vai trò của đường phố rất quan trọng, vì đa phần các thành phần thẩm thấu và vận chuyển nước đều được tích hợp vào vỉa hè và bồn cây bên đường. Đường phố vừa là bề mặt thẩm thấu vừa là hệ thống liên kết tiêu thoát nước giữa các quy mô và khu vực. Do đó, cần tổ chức các hành lang cây xanh, vỉa hè thấm nước, mương trũng, vùng trũng kết hợp lọc nước dọc các tuyến phố để hỗ trợ và góp phần giảm ngập lụt cho đô thị (Hình 20, 21).



Hình 20. Minh họa hành lang cây xanh kết hợp mương trũng cho các tuyến đường trong khu ở

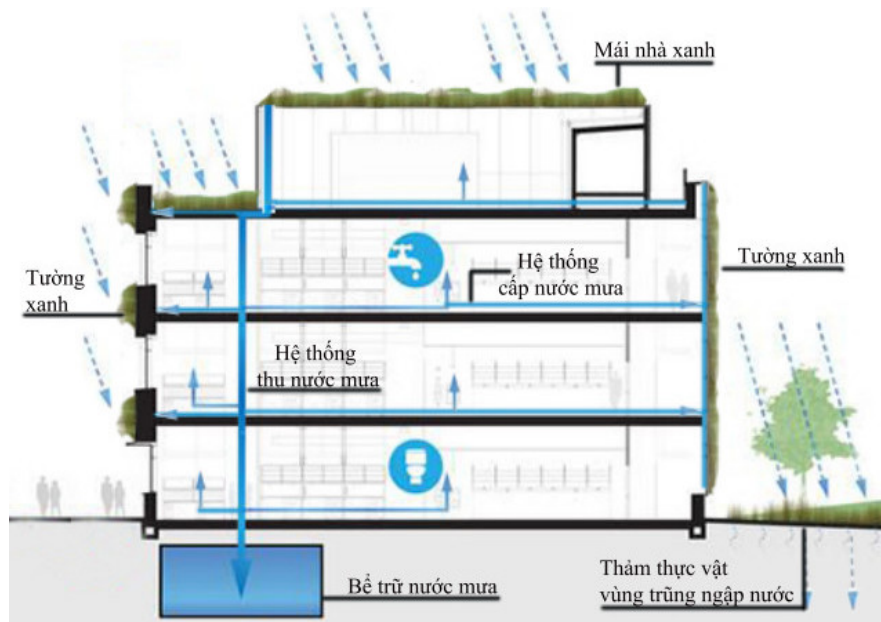


Hình 21. Minh họa giải pháp lưu trữ nước tại các khu ở [26]

Mặt đường thấm là lựa chọn thay thế cho bê tông hoặc nhựa đường truyền thống, cho phép nước mưa thấm vào lòng đất và giảm lượng nước chảy tràn trên bề mặt. Toàn bộ nước mưa được thẩm thấu qua lớp vật liệu, ngấm trực tiếp xuống nền đất bên dưới, bổ sung vào nguồn nước ngầm của đô thị. Điều này không chỉ làm giảm ngập lụt mà còn giúp bổ sung nguồn nước ngầm đang thiếu hụt tại các đô thị [1].

4.4. Giải pháp HTX cấp quy mô công trình

Những mái nhà, mảng tường được phủ xanh chính là giải pháp hữu hiệu ở quy mô cấp công trình, giúp giảm lượng nước mưa chảy tràn. Tái sử dụng nguồn nước mưa để tưới cây, rửa đường, ... nhằm tăng giá trị cho chu kì dòng nước. Việc này giúp quản lý nguồn nước đô thị được hiệu quả và bền vững hơn [27].



Hình 22. Giải pháp HTX áp dụng cho quy mô cấp công trình, gồm: mái nhà xanh, tường xanh, hệ thống giữ - lọc - tuần hoàn nước

5. Kết luận

Tốc độ đô thị hóa cao cùng với những tác động của BĐKH đang gây áp lực lớn tới hạ tầng thoát nước tại các đô thị, nguyên nhân gây ra tình trạng ngập lụt hiện nay. Cần phải có những giải pháp quy hoạch và thiết kế hạ tầng phù hợp cho đô thị nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực của mưa bão và nước biển dâng.

Nghiên cứu và tổng hợp thực trạng tình hình ngập lụt tại một số đô thị, xác định nguyên nhân gây ra ngập lụt, để từ đó khuyến nghị những giải pháp thoát nước bền vững cho các đô thị.

Chú trọng tới việc phát triển và mở rộng không gian xanh, hồ chứa nước tại các đô thị mới. Phục hồi và cải tạo hành lang xanh ở các đô thị hiện hữu kết hợp những giải pháp HTX cấp khu vực và công trình nhằm bảo tồn nguồn nước ngầm, giảm lưu lượng nước chảy tràn, tăng không gian lưu trữ, từ đó giải quyết vấn đề ngập lụt đô thị.

Cần đưa ra định hướng quy hoạch phát triển không gian đúng đắn đồng thời kiểm soát chặt chẽ cao độ nền xây dựng tại các đô thị mới.

Nâng cao ý thức của người dân về vấn đề chống ngập lụt, bảo vệ môi trường nhằm giảm những tác động tiêu cực của BĐKH. Truyền thông cần được chú trọng để thu hút sự quan tâm và tham gia của các nhà chuyên môn, cơ quan và tổ chức về vấn đề thoát nước bền vững ứng phó với BĐKH.

Công tác Quản lý triển khai quy hoạch và Quản lý đô thị cần phải đồng nhất. Xử phạt nghiêm minh đối với những trường hợp vì lợi ích cá nhân, tổ chức dẫn đến điều chỉnh quy hoạch thực tế sai khác không đồng bộ với quy hoạch hạ tầng, quy hoạch chung của đô thị.

Để phát triển HTX Chính phủ cần ưu tiên hoàn thiện các văn bản pháp quy, đồng thời ban hành bộ tiêu chuẩn xếp hạng đô thị xanh, công trình xanh làm cơ sở lồng ghép trong quá trình phê duyệt triển khai dự án, thi công công trình. Việc đặt ra nhiệm vụ phát triển HTX, tăng mảng xanh đô thị cho từng địa phương, lấy đó làm tiêu chí xét thi đua, khen thưởng, bình chọn danh hiệu cũng là những khuyến nghị hoàn toàn khả thi và hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

- [1] Phương, N. T. B. (2016). *Khai thác yếu tố hạ tầng kỹ thuật trong quy hoạch phát triển bền vững đô thị mới Điện Nam Điện Ngọc, huyện Điện Bàn, tỉnh Quảng Nam*. Luận văn thạc sỹ kiến trúc, Trường Đại học Xây dựng.
- [2] Tú, L. T. (2020). *Áp dụng Hạ tầng xanh vào quy hoạch các khu đô thị mới tại huyện Hóc Môn thành phố Hồ Chí Minh*. Luận văn Thạc sỹ quy hoạch vùng và đô thị, Trường Đại học Kiến trúc thành phố Hồ Chí Minh.
- [3] cnt.org - Center for Neighborhood Technology (CNT). *The value of green infrastructure*. Truy cập ngày 15/07/2022.
- [4] Asian Development Bank (2010). *Báo cáo tóm tắt Thành phố Hồ Chí Minh thích nghi với biến đổi khí hậu*.
- [5] Hà, B. T. M. (2021). *Đánh giá của người dân về tình trạng ngập lụt và ứng phó với ngập lụt ở Thành phố Hồ Chí Minh*. *Xã hội học, Viện Xã hội học - Viện Hàn lâm Khoa học Xã hội Việt Nam*, 1(153):50–64.
- [6] Báo điện tử Kinh tế & Đô thị. *UBND TP Hà Nội. Ứng ngập tại các đô thị lớn: Lộ rõ bất cập về xây dựng hạ tầng*. Truy cập ngày 20/09/2022.
- [7] Trung tâm thông tin và dự báo kinh tế-xã hội Quốc Gia - Bộ kế hoạch và đầu tư. *Xu hướng đô thị hóa ở Việt Nam giai đoạn 2021-2030 và một số hệ lụy*. Truy cập ngày 21/07/2022.
- [8] Viện khoa học thủy lợi miền Nam (2009). *Báo cáo kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt cho thành phố Đà Nẵng ứng với các kịch bản BĐKH-nước biển dâng*. Viện nghiên cứu chiến lược và chính sách công nghệ.
- [9] Mai, N. T. T., Phương, N. T. B. (2017). *Khai thác và bảo tồn nguồn tài nguyên nước trong phát triển đô thị tại đô thị mới Điện Nam - Điện Ngọc, tỉnh Quảng Nam*. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCN XD)- ĐHXDHN*, (3):59–65.
- [10] Trung tâm Nghiên cứu Môi trường và Cộng đồng (2015). *Báo cáo hồ Hà Nội 2015*. Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam.
- [11] Diễn đàn Thanh niên - Hội Liên hiệp Thanh niên Việt Nam. *Cây xanh đô thị ở Việt Nam chỉ bằng 1/5 tiêu chuẩn tối thiểu thế giới*. Truy cập 20/09/2022.
- [12] Trang thông tin điện tử Hội Liên hiệp Phụ nữ tỉnh Lâm Đồng - Hội Liên hiệp Phụ nữ tỉnh Lâm Đồng. *Nhà kính, nhà lưới - hai chiều thuận, nghịch*. Truy cập ngày 25/09/2022.
- [13] Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021). *Kịch bản biến đổi khí hậu*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam.
- [14] Tạp chí điện tử Người đưa tin. *Hội Luật gia Việt Nam. Nước biển dâng ở Việt Nam*. Truy cập ngày 20/07/2022.
- [15] Tổng cục khí tượng thủy văn - Bộ Tài nguyên và Môi trường. *Diễn biến của các loại hình thiên tai năm 2020 tại Việt Nam*. Truy cập ngày 20/09/2022.
- [16] Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Quốc Gia - Tổng cục khí tượng thủy văn. *Phân chia 8 vùng ảnh hưởng của bão trên lãnh thổ Việt Nam*. Truy cập ngày 21/07/2022.
- [17] pub.gov - Singapore's national water agency. *Water from local catchment*. Truy cập ngày 16/08/2022.
- [18] nparks.gov.sg - National parks. *The vegetation of Singapore - an updated map*. Truy cập 16/08/2022.
- [19] Mekongasean - Hội Phát triển hợp tác kinh tế Việt Nam-ASEAN. *Học Singapore quy hoạch đô thị thông minh: công nghệ là yếu tố tiên quyết*. Truy cập ngày 16/08/2022.

- [20] Dantri.com - Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội. *Singapore phủ xanh thành phố ra sao?* Truy cập ngày 16/08/2022.
- [21] Cafef.vn - VCcorp. *Vườn thẳng đứng phủ mát Singapore, Việt Nam thì sao?* Truy cập ngày 16/08/2022.
- [22] Dantri.com - Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội. *6 tòa nhà xanh ở Singapore được mệnh danh là kỳ quan kiến trúc.* Truy cập ngày 16/08/2022.
- [23] chicagowilderness.org - Chicago Wilderness. *Kishwaukee river corridor green infrastructure plan.* Truy cập ngày 16/08/2022.
- [24] Kienviet.net - Hội Kiến trúc sư Việt Nam. *Những biện pháp giải quyết ngập lụt trong thành phố.* Truy cập ngày 24/07/2022.
- [25] Baoxaydung.com - Bộ Xây dựng. *Công trình xanh có cấu trúc mái hấp thụ năng lượng mặt trời tối ưu.* Truy cập ngày 16/08/2022.
- [26] Anh Le's Free Talk. *Ứng dụng của Hạ tầng xanh trong thiết kế và quy hoạch đô thị.* Truy cập ngày 25/07/2022.
- [27] Ramboll.com - Blue green infrastructure. *Making cities liveable.* Truy cập ngày 25/07/2022.